

**Verfahren und Anordnung zur Atmungsunterstützung eines Patienten sowie  
Lufttröhrenprothese und Katheter**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Atmungsunterstützung eines Patienten sowie eine Lufttröhrenprothese und einen Katheter zur Anwendung hierbei.

Damit der Körper Sauerstoff aufnehmen und Kohlendioxid abgeben kann, müssen beide Komponenten des respiratorischen Bronchialsystems funktionieren. Die Lunge als gasaustauschendes Organ und die Atempumpe als Ventilationsorgan, welches die Luft in die Lunge hinein und wieder hinaus transportiert. Zur korrekten Funktion der Atempumpe gehören das Atemzentrum im Gehirn, zentrale und periphere Nerven, der knöcherne Thorax und die Atemmuskulatur sowie freie, stabile Atemwege.

Bei bestimmten Erkrankungen besteht eine dauerhafte Überbeanspruchung oder Erschöpfung der Atempumpe. Ein typisches Krankheitsbild ist das Lungenemphysem mit flach stehenden Zwerchfellen ohne Kontraktionsfähigkeit. Bei einem

Lungenemphysem sind die Atemwege meistens extrem schlaff und kollaptisch. In Folge der abgeflachten, überdehnten Zwerchfelle kann der Patient nicht tief genug einatmen. Zusätzlich kann der Patient aufgrund der kollabierenden Atemwege nicht ausreichend genug ausatmen. Dies führt zu einer unzureichenden Atmung mit Sauerstoffunterversorgung und einem Anstieg des Kohlendioxids im Blut, zur so genannten ventilatorischen Insuffizienz.

Die Behandlung der Einatmungsschwäche erfolgt oft über ein Beatmungsgerät. Die so genannte Heimbeatmung ist eine künstliche Beatmung zur Unterstützung oder vollständigen Entlastung der Atempumpe.

Die Beatmung kann nicht-invasiv erfolgen über einen Schlauch und eine Nasen- oder Mund/Nasenmaske, die der Patient bei Bedarf selbst auf- und absetzen kann. Hierdurch wird jedoch die freie Atmung und das Sprechen des Patienten behindert. Des Weiteren kann eine geblockte Trachealkanüle in die Luftröhre eingesetzt werden. Auch dies hat zur Folge, dass der Patient nicht mehr sprechen kann.

Bei der invasiven Beatmung geschieht dies meistens über ein Tracheostoma. Hierbei handelt es sich um eine operativ angelegte Öffnung in der Luftröhre. Über die Öffnung wird ein fingerdicker Katheter mit einem Blockungsballon in die Luftröhre eingeführt und dieser an ein Beatmungsgerät angeschlossen. Dies ermöglicht eine ausreichend tiefe Atmung, hindert den Patienten aber am Sprechen. Neben der Beatmung gibt es die transtracheale Sauerstoffgabe über dünnere Katheter. Entsprechende Vorschläge gehen aus der US-A-5,181,509 oder der US-A-5,279,288 hervor. Auf diese Weise wird dem Patienten eine hochdosierte Sauerstoffgabe in einem kontinuierlichen Strahl mit fest eingestellter Frequenz verabreicht. Eine Regulierung des Sauerstoffstroms wird manuell über eine Drosseleinrichtung vorgenommen. Eine Anpassung auf den natürlichen Atmungsvorgang eines Patienten ist nicht möglich. Die Atmung wird nicht vertieft. Auch kann das in die Luftröhre eingeführte Katheterende zu Irritationen und einer lokalen Traumatisierung des umliegenden Gewebes führen, indem es in Folge der Atembewegung gegen die Luftröhre schlägt oder das umliegende Gewebe durch den Jet-Strom ausgetrocknet wird.

Bekannt sind ferner so genannte "Montgomery-T-Röhrchen", die in die Luftröhre eingelegt werden. Hierüber kann der Patient über den nach außen geleiteten Schenkel des T-Stücks Sauerstoff erhalten. Ferner kann sich der Patient im Bedarfsfall selber Sekret absaugen. Der Patient kann frei atmen und bei Verschluss des vorderen Schenkels sprechen, eine Beatmung ist über das "Montgomery-T-Röhrchen" aber nicht möglich, da die eingeleitete Luft nach oben in den Mund- oder Rachenraum ausweicht.

Der Erfindung liegt daher ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein in der Effizienz verbessertes Verfahren zur Atmungsunterstützung eines Patienten aufzuzeigen, eine Anordnung hierfür zu schaffen, die auch vom Patienten mitgeführt werden kann und sicher in der Anwendung ist. Ferner zielt die Erfindung auf eine Luftröhrenprothese und einen Katheter ab, die eine mit der Spontanatmung des Patienten synchronisierte Atmungsunterstützung ermöglichen, ohne die Sprechfähigkeit zu beeinträchtigen.

Die Lösung des verfahrensmäßigen Teils der Aufgabe besteht in einem Verfahren mit den Maßnahmen von Patentanspruch 1.

Danach wird die Spontanatmung des Patienten sensorisch erfasst und am Ende eines Einatmungsvorgangs der Lunge eine zusätzliche Sauerstoffmenge verabreicht. Dies kann in Form eines Sauerstoffstoßes über einen Jet-Katheter aus einem Sauerstoffreservoir erfolgen. Hierbei erfolgt eine Synchronisation der Atmungsunterstützung mit der natürlichen Atmung eines Patienten. Auf diese Weise wird die infolge einer Überbeanspruchung oder Erschöpfung der Atempumpe verminderte Atemtiefe kompensiert. Die Atmung wird durch die zusätzliche Sauerstoffmenge auf einem ausreichenden Niveau gehalten. Eine Sauerstoffunterversorgung und der Anstieg von Kohlendioxid im Blut wird vermieden.

Zweckmäßigerweise hat die zusätzliche Sauerstoffmenge ein Volumen zwischen 25 ml bis 150 ml, wie dies Patentanspruch 2 vorsieht.

Wahlweise kann bei Bedarf der Ausatmungsvorgang des Patienten durch einen Gegenstrom gebremst werden. Dies ist immer dann empfehlenswert, wenn die Atemwege des Patienten kollaptisch sind, also im Augenblick des Ausatmungs-

vorgangs zusammenfallen, wodurch der Ausatemungsvorgang extrem behindert werden kann. Dies wird durch die Maßnahme von Patentanspruch 3 dadurch verhindert, dass während der Ausatmung ein Gegenstrom aufgebracht wird, wodurch die Atemwege offen gehalten und ein Kollaps der Atemwege vermieden wird.

Eine gegenständliche Lösung des der Erfindung zugrunde liegenden Problems ist in einer Anordnung gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 4 zu sehen. Diese sieht eine an eine Sauerstoffquelle anschließbare Sauerstoffpumpe und eine Luftröhrenprothese vor, die über einen Katheter gegebenenfalls unter weiterer Verwendung eines Zuführschlauchs verbindbar sind. Das ausströmseitige Ende des Katheters wirkt einen Düsencharakter auf den Sauerstoffstrom aus. Dies kann beispielsweise durch eine Querschnittsverringeringung erfolgen. Grundsätzlich kann das Ende des Katheters auch mit einer Jet-Düse versehen sein. Ferner sind Sensoren vorgesehen zur Erfassung der Spontanatmung des Patienten, die mit einer Steuereinheit zur Aktivierung der Sauerstoffpumpe verknüpft sind. Die Luftröhrenprothese weist einen tubulären Stützkörper mit einem Anschluss für den Katheter auf. Der Stützkörper und der integrierte Katheter sind so dimensioniert, dass der Patient ungehindert frei atmen und sprechen kann. Die Hauptatmung erfolgt durch das größere Innenlumen der Luftröhrenprothese. Die Spontanatmung, Husten und Sprechen werden nicht behindert. Ferner sind am Stützkörper zumindest zwei der zur Anordnung gehörenden Sensoren vorgesehen.

Die Luftröhrenprothese wird in die Luftröhre eines Patienten implantiert. Über einen kleinen Luftröhrenschnitt wird der Zugang für den Katheter nach außen geschaffen. Der Katheter kann über den Anschluss mit einem Ende direkt in den Stützkörper geführt werden. Möglich ist es auch, den Katheter außen über eine Kupplung mit dem Anschluss zu verbinden.

Die Sensoren dienen zur Erfassung der Spontanatmung des Patienten. Es können verschiedenartige Atemfühler, beispielsweise Atemfluss-Sensoren oder Druckfühler zur Anwendung gelangen. Besonders vorteilhaft sind Thermistoren. Hierbei handelt es sich um Halbleiterbauelemente mit temperaturabhängigem Widerstand. Die Temperaturabhängigkeit der Widerstände wird zur Erfassung der Ein- bzw.

Ausatmungsvorgänge genutzt da die Ausatemluft der Lunge in der Luftröhre naturgemäß wärmer ist als die Einatemluft.

In vorteilhafter Weise ist gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 5 ein Sensor an der Innenwand des Stützkörpers festgelegt. Der andere Sensor ist dann an der Außenwand des Stützkörpers angeordnet oder im Stützkörper selbst eingebettet.

Über eine Brückenschaltung erfolgt eine Kompensation der aufgenommenen Messwertunterschiede zwischen dem innenliegenden und dem außenliegenden Sensor. Durch diese Doppelanordnung können Umwelteinflüsse, wie Temperaturschwankungen und ähnliches ausgeglichen werden.

Nach den Merkmalen von Patentanspruch 6 ist das im Stützkörper befindliche Ende des Katheters im Wesentlichen parallel zu dessen Längsachse umgelenkt und endseitig mit einer Jet-Düse versehen. Hierbei kann es sich um eine separate Düse handeln. Die Jet-Düse kann aber auch in Form einer Querschnittsverringering am Ende des Katheters gestaltet sein. Auf diese Weise kann der über den Katheter eingeleitete Luft- bzw. Sauerstoffstrom in Richtung zur Lunge geleitet werden, und zwar mit einer laminaren Strömung. Ein Ausweichen des Sauerstoffs in den Mund- oder Rachenraum wird verhindert. Der das Katheterende bzw. das Endstück aufnehmende Stützkörper verhindert ein Austrocknen des umliegenden Gewebes. Zudem wird eine Traumatisierung der Luftröhre bzw. des Gewebes, beispielsweise in Folge von Bewegungen des Katheterendes, vermieden.

Zweckmäßigerweise ist die Sauerstoffpumpe als Kolbenpumpe ausgeführt. Insbesondere bietet sich der Einsatz eines Zylinders mit doppelt wirkendem Kolben oder verschieblicher Membran an. Eine solche Sauerstoffpumpe zeichnet sich durch ihre kompakte Bauweise aus. Zudem ist eine zuverlässige Einstellung der aufgegebenen Sauerstoffmenge möglich, und zwar sowohl für die Unterstützung des Einatemvorgangs als auch die des Ausatemvorgangs. Da die maximale Luftmenge pro Jet-Hub durch die Zylindergöße begrenzt ist, kann auch ein Überblähen der Lunge mit der Folge eines Baro-Traumas vermieden werden.

Im Rahmen der erfindungsgemäßen Anordnung können zwei Katheter zur Anwendung gelangen, wobei ein Jet-Katheter für die Unterstützung des



Einatmungsvorgangs und der andere Katheter für das gezielte Abbremsen des Ausatmungsvorgangs vorgesehen ist. Selbstverständlich kann auch ein Katheter doppelumig ausgeführt sein, wie dies Patentanspruch 8 vorsieht. Über den doppelumigen Katheter werden getrennte Kanäle für die Verabreichung von Sauerstoff beim Einatmungsvorgang und beim Ausatmungsvorgang bereitgestellt.

Eine Sicherheitssteigerung der Anordnung wird erzielt, wenn weitere Atemfühler vorgesehen sind. Auch hierbei handelt es sich um Sensoren zur Erfassung der Spontanatmung eines Patienten. Diese können beispielsweise am Brustkorb des Patienten befestigt werden, so dass die Spontanatmung durch eine Thoraximpedanz-Messung überwacht werden kann. Denkbar ist auch eine Schall- oder Flussmessung an Mund oder Nase des Patienten. Durch Abgleich der aufgenommenen Signale aus der Luftröhre und der weiteren Atemfühler in einer Steuer- und Kontrolleinheit und entsprechende Ansteuerung der Sauerstoffpumpe wird die Einatmungs- bzw. Ausatemungsunterstützung durchgeführt. Die zusätzlichen Atemfühler gewährleisten eine redundante Ausführung und tragen zur Sicherheit der Anordnung bei.

Für die erfindungsgemäße Luftröhrenprothese wird gemäß Patentanspruch 10 ein selbständiger Schutz begehrt. Diese weist einen tubulären Stützkörper mit einem Anschluss für einen Katheter auf, wobei am Stützkörper zumindest zwei Sensoren angeordnet sind. Die Luftröhrenprothese zeichnet sich dadurch aus, dass mit ihr die Atmung eines Patienten messbar ist. Auf diese Weise ist eine Synchronisation der externen Atmungsunterstützung mit der Eigenatmung des Patienten möglich.

In vorteilhafter Weise ist ein Sensor an der Innenwand des Stützkörpers befestigt (Patentanspruch 11). Als besonders geeignet werden im Rahmen der Erfindung Thermistoren angesehen. Durch Zusammenfassung der Thermistoren in einer Brückenschaltung kann eine Kompensation der Temperatur zwischen dem innen liegenden und einem außen liegenden Thermistor erfolgen. Diese Doppelanordnung der Sensoren in der Brückenschaltung kompensiert Umwelteinflüsse, wie Temperaturschwankungen oder auch solche, die durch Sekret hervorgerufen werden, welches sich am inneren Sensor auflegt und eine lokale Abkühlung oder Erwärmung bedingt.

Vorteilhaft ist ferner nach Patentanspruch 12, wenn das Katheterende im Stützkörper parallel zu dessen Längsachse geführt ist. Hierdurch erfolgt eine gerichtete Aufgabe der Sauerstoffströme in Richtung zum Bronchialtrakt, und zwar mit laminaren Strömungsverhältnissen.

Ferner wird ein selbstständiger Schutz begehrt für einen Katheter gemäß Patentanspruch 13, an dessen ausströmseitigen Ende zumindest ein Sensor befestigt ist. Zweckmäßigerweise sind dort zwei Sensoren vorgesehen, um innerhalb einer Brückenschaltung eine Kompensation von Messwertunterschieden durchführen zu können.

Ein solcher Katheter kann von außen in einen Stützkörper eingeführt werden. Bei einem solchen Stützkörper kann es sich beispielsweise um einen bekannten "Montgomery-T-Stent" handeln. Über den von außen zugängigen Schenkel des T-Stücks wird der Katheter eingeführt, um darüber die Atmung zu unterstützen.

Nach den Merkmalen von Patentanspruch 14 weist das Ende des Katheters eine Jet-Düse auf. Diese ist, wie bereits weiter oben beschrieben, beispielsweise durch eine Querschnittsverengung des Endes ausgeführt. Es kann sich aber auch um eine separate Jet-Düse handeln.

Vorteilhafterweise ist das Ende des Katheters gekrümmt ausgeführt, wie dies Patentanspruch 15 vorsieht. Auf diese Weise ist das in die Luftröhre bzw. den Stützkörper eingeführte Ende selbsttätig in Richtung zum Bronchialtrakt parallel zur Längsachse des Stützkörpers ausgerichtet.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1      den Oberkörper eines Patienten, der eine erfindungsgemäße Anordnung zur Atmungsunterstützung trägt;
- Figur 2      ein Diagramm mit der Darstellung des Atemflusses eines Emphysem-Patienten mit und ohne Atmungsunterstützung;
- Figur 3      eine technisch vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen Luftröhrenprothese;

- Figur 4** eine weitere Ausführungsform einer Luftröhrenprothese;
- Figur 5** ebenfalls im Schema eine zur erfindungsgemäßen Anordnung gehörende Sauerstoffpumpe mit der Darstellung der Luftführung und einer Steuereinheit;
- Figur 6** den endseitigen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Katheter und
- Figur 7** den Katheter gemäß der Figur 6 in einem Stützkörper eingesetzt.

In der Figur 1 ist mit P ein Patient bezeichnet, der an einem Lungenemphysem leidet mit einer Überanspruchung und Erschöpfung der Atempumpe. Hierdurch kann der Patient nicht tief genug einatmen. Zusätzlich wird der Ausatemungsvorgang durch schlaffe und kollabierende Atemwege behindert.

Ein solcher Atmungsvorgang mit Einatmung (Inspiratorischer Fluss) und Ausatmung (Exspiratorischer Fluss) ohne Atmungsunterstützung ist in der Figur 2 in der linken Bildhälfte dargestellt. Der Kurve der Einatmung ist mit E1, der Kurve der Ausatmung mit A1 bezeichnet.

Zur Unterstützung bzw. Entlastung der Atempumpe wird bei dem Patienten die Spontanatmung sensorisch erfasst und am Ende eines Einatemungsvorgangs der Lunge eine zusätzliche Sauerstoffmenge verabreicht. Dieser Atemfluss ist in der Figur 2 in der rechten Bildhälfte verdeutlicht. Die zusätzliche Sauerstoffmenge vergrößert das Atemvolumen bei der Einatmung gemäß Kurve E2 um das in der oberen Kurve dunkel angelegte und mit E3 bezeichnete Differenzvolumen. Die zusätzliche Sauerstoffmenge kann ein Volumen zwischen 25 ml und 150 ml haben.

Zusätzlich wird der Ausatemungsvorgang des Patienten durch einen Gegenstrom gebremst. Hierdurch verlagert sich der Atemfluss bei der Ausatmung entsprechend der mit A2 bezeichneten Kurve. Durch diesen gezielten der Ausatmung entgegengesetzt wirkenden Widerstand wird ein Kollabieren der Atemwege beim Ausatmen verhindert. Auf diese Weise wird das Ausatemvolumen um das ebenfalls dunkel angelegte und mit A3 bezeichnete Volumen vergrößert.



In der Konsequenz wird durch diese Vorgehensweise eine unzureichende Atmung mit Sauerstoffunterversorgung und ein Anstieg von Kohlendioxid im Blut vermieden. Der Patient P ist wesentlich belastbarer und mobiler, zudem verspürt er weniger oder keine Luftnot.

Zur Durchführung der Atmungsunterstützung des Patienten P ist eine Anordnung vorgesehen, welche eine an eine Sauerstoffquelle anschließbare Sauerstoffpumpe 1 (siehe Figur 5) und eine Luftröhrenprothese 2, 3 (siehe Figuren 3 und 4) umfasst. Gemäß Figur 1 ist die Sauerstoffpumpe 1 Bestandteil eines kompakten mobilen Beatmungsgerätes 4. Die Sauerstoffpumpe 1 und die Luftröhrenprothese 2 bzw. 3 sind über einen Katheter 5 verbunden.

Wie die Figuren 3 und 4 zeigen, weist jede Luftröhrenprothese 2 bzw. 3 einen tubulären Stützkörper 6 mit einem Anschluss 7 für den Katheter 5 auf. Zur Erfassung der Spontanatmung des Patienten P sind dem Stützkörper 6 zwei Sensoren 8, 9 in Form von Thermistoren zugeordnet. Hierbei ist ein Sensor 8 an der Innenwand 10 des Stützkörpers 6 festgelegt, wohingegen sich der andere Sensor 9 an der Außenwand 11 des Stützkörpers 6 befindet. Die Sensoren 8, 9 stehen mit einer Steuereinheit 12 zur Aktivierung der Sauerstoffpumpe 2 in Verbindung. Die Steuereinheit 12 ist in der Figur 5 schematisch mit ihren Ein- und Ausgängen dargestellt. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei den Sensoren 8, 9 um Thermistoren, also temperaturabhängige Widerstände. Diese sind innerhalb der Anordnung in einer Brückenschaltung zusammengeschlossen, so dass eine Kompensation von Messwertunterschieden zwischen dem inneren Sensor 8 und dem äußeren Sensor 9 in Folge von Umwelteinflüssen erfolgt.

Ferner erkennt man in der Figur 1, dass weitere Atemfühler 13, 14 vorgesehen sind. Auch hierbei handelt es sich um Sensoren zur Erfassung der Spontanatmung des Patienten P. Durch Abgleich der über die Sensoren 8 und 9 bzw. 13, 14 aufgenommenen Messwerte kann man ein exaktes Bild vom Atmungsvorgang des Patienten P erhalten. Zudem wird die Sicherheit gegenüber Falschmessungen oder Ausfall eines der Sensoren 8, 9 bzw. 13, 14 erhöht.

Bei der Luftröhrenprothese 2 gemäß Figur 3 kann der Jet-Katheter 5 über den Anschluss 7 in den Stützkörper 6 eingeschoben werden. Das im Stützkörper 6

befindliche Ende 15 des Jet-Katheters 5 wird hierbei etwa parallel zu dessen Längsachse L geführt bzw. umgelenkt. Die Datenleitungen von den Sensoren 8, 9 zur Steuereinheit 12 sind mit 16 und 17 bezeichnet. Diese verlaufen innerhalb des Katheters 5. Ausströmseitig ist das Ende 15 des Jet-Katheters 5 als Jet-Düse 25 gestaltet. Dies kann durch Verringerung des Katheter-Querschnitts erfolgen. Hierdurch wird die Geschwindigkeit des Sauerstoffstroms am Austritt aus dem Katheter 5 erhöht und in Richtung zum Bronchialtrakt geleitet. Der Durchmesser des Stützkörpers 6 ist so dimensioniert mit genügend freiem Lumen, dass der Patient P auch bei integriertem Katheter 5 frei atmen und sprechen kann.

Bei der Luftröhrenprothese 3 gemäß Figur 4 ist eine separate Kupplung 18 am Anschluss 7 vorgesehen, über den der Katheter 5 mit der Luftröhrenprothese 3 verbunden wird. In diesem Fall ist im Stützkörper 6 ein parallel zur Längsachse L ausgerichteter festgelegter Längenabschnitt 19 als Katheterende vorgesehen, wobei der Sauerstoffstrom über eine Jet-Düse 26 in Richtung zum Bronchialtrakt geleitet wird.

Die Sauerstoffpumpe 1 ist in der Figur 5 schematisch dargestellt. Es handelt es sich um eine Kolbenpumpe mit einem in einen Zylinder 27 angeordneten doppelt wirkenden Kolben 20. Insgesamt weist die Anordnung vier Ventile V1 bis V4 auf. Die Sauerstoffzuführung erfolgt aus einem externen Sauerstoffreservoir über den Anschluss 21. Die Schaltzustände der Ventile V1 bis V4 bzw. die Zu- und Ableitungen sind durch Buchstaben a bis g gekennzeichnet.

Bei der Atmungsunterstützung ist die Funktion der Sauerstoffpumpe 1 innerhalb der Anordnung wie folgt:

Wenn das Ventil V1 von c nach a offen (b nach c geschlossen) und das Ventil V2 von b nach e offen (e nach d geschlossen) ist, bewegt sich der Kolben 20 in Bildebene nach links und der Sauerstoff strömt über den Auslass 22 und den Jet-Katheter 5 zum Patienten P. Es erfolgt die Verabreichung der zusätzlichen Sauerstoffmenge E3 beim Einatmungsvorgang des Patienten P.

Wenn das Ventil V1 von b nach c (c nach a geschlossen) offen und das Ventil V2 von e nach d offen (b nach e geschlossen) ist, dann bewegt sich der Kolben 20 in

Bildebene nach rechts und die Strömung des Sauerstoffs erfolgt in Richtung zum Ventil V3. Das Ventil V3 steht über einen Auslass 23 mit der Umluft in Verbindung. Im Fall, dass das Ventil V3 von d nach g offen ist, strömt der Sauerstoff ab ohne Expirationsbremse. Das bedeutet, der Ausatemvorgang wird nicht durch einen Gegenstrom gebremst.

Ist das Ventil V3 von d nach g geschlossen und von d nach f offen, strömt der Sauerstoff in Richtung über den Zuweg 24 zum Auslass 22 und den Katheter 5, um dem Patienten P beim Ausatemvorgang verabreicht zu werden und den Atemfluss zu bremsen. Durch den Gegenstrom wird ein Kollabieren der Atemwege verhindert und diese offen gehalten. Dies ermöglicht eine tiefere Ausatmung.

Im Zuweg 24 der Anordnung ist ferner das Ventil V4 geschaltet, über welches der Durchfluss (f nach a) variabel einstellbar ist. Dies kann vorteilhafterweise ein Proportionalventil mit Pulsbreitenmodulation sein.

Die Figur 6 zeigt einen Katheter 28 mit einem langgestreckten, flexiblen Schlauch 29 und einem über eine Krümmung 30 abgewinkelten ausströmseitigen Ende 31. Am Ende sind zwei Sensoren 32, 33 zur Erfassung der Spontanatmung eines Patienten P befestigt. Bei den Sensoren 32, 33 handelt es sich bevorzugt um Thermistoren. Auf die Darstellung von Datenleitungen ist der Einfachheit halber verzichtet worden. Diese verlaufen durch den Katheter 28 bzw. die Katheterwand. Mit 34 ist ein Anschlag bezeichnet.

Ferner erkennt man, dass das Ende 31 des Katheters 28 mit einer Jet-Düse 35 versehen ist. In der Jet-Düse 35 ist der Strömungsquerschnitt gegenüber dem Querschnitt des Katheters verringert, so dass der zugeführte Sauerstoff in der Austrittsgeschwindigkeit erhöht wird.

Der Katheter 28 kann in einen Stützkörper 36, wie in Figur 7 dargestellt, eingeführt werden. Der Stützkörper 35 befindet sich in der Luftröhre eines Patienten P. Die Verbindung nach außen wird über einen Anschluss 37 hergestellt

Bei dem Stützkörper 36 kann es sich um einen herkömmlichen "Montgomery-T-Stent" handeln.

**Bezugszeichenaufstellung**

- 1 - Sauerstoffpumpe
- 2 - Luftröhrenprothese
- 3 - Luftröhrenprothese
- 4 - Beatmungsgerät
- 5 - -Katheter
- 6 - Stützkörper
- 7 - Anschluss
- 8 - Sensor
- 9 - Sensor
- 10 - Innenwand v. 6
- 11 - Außenwand v. 6
- 12 - Steuereinheit
- 13 - Atemfühler
- 14 - Atemfühler
- 15 - Ende v. 5
- 16 - Datenleitung
- 17 - Datenleitung
- 18 - Kupplung
- 19 - Längenabschnitt
- 20 - Kolben
- 21 - Anschluss
- 22 - Auslass
- 23 - Auslass
- 24 - Zuweg
- 25 - Jet-Düse
- 26 - Jet-Düse
- 27 - Zylinder
- 28 - Katheter
- 29 - Schlauch
- 30 - Krümmung
- 31 - Ende v. 28
- 32 - Sensor
- 33 - Sensor

- 34 - Anschlag
- 35 - Jet-Düse
- 36 - Stützkörper
- 37 - Anschluss

- P - Patient
- E1 - Einatemungskurve
- E2 - Einatemungskurve
- E3 - Volumen
- A1 - Ausatemungskurve
- A2 - Ausatemungskurve
- A3 - Volumen

- V1 - Ventil
- V2 - Ventil
- V3 - Ventil
- V4 - Ventil

L - Längsachse v. 5

- a - Leitung
- b - Leitung
- c - Leitung
- d - Leitung
- e - Leitung
- f - Leitung
- g - Leitung



**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Atmungsunterstützung eines Patienten, bei dem die Spontanatmung des Patienten sensorisch erfasst und am Ende eines Einatmungsvorgangs der Lunge eine zusätzliche Sauerstoffmenge verabreicht wird.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, bei welchem die Sauerstoffmenge ein Volumen von 25 ml bis 150 ml hat.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, bei welchem der Ausatmungsvorgang des Patienten durch einen Gegenstrom gebremst wird.
4. Anordnung zur Atmungsunterstützung eines Patienten, welche eine an eine Sauerstoffquelle anschließbare Sauerstoffpumpe (1) und eine Luftröhrenprothese (2, 3) umfasst, die über einen Katheter (5) verbindbar sind, wobei Sensoren (8, 9) zur Erfassung der Spontanatmung des Patienten vorgesehen sind, die mit einer Steuereinheit (12) zur Aktivierung der Sauerstoffpumpe (1) in Verbindung stehen, und die Luftröhrenprothese (2, 3) einen tubulären Stützkörper (6) mit einem Anschluss (7) für den Katheter (5) aufweist, wobei zwei der Sensoren (8, 9) dem Stützkörper (6) zugeordnet sind.
5. Anordnung nach Patentanspruch 4, bei welcher ein Sensor (8) an der Innenwand (10) des Stützkörpers (6) festgelegt ist.
6. Anordnung nach Patentanspruch 4 oder 5, bei welcher das im Stützkörper (6) befindliche Ende (15) des Katheters (5) etwa parallel zu dessen Längsachse (L) umgelenkt ist und endseitig mit einer Jet-Düse versehen ist.
7. Anordnung nach einem der Patentansprüche 4 bis 6, bei welcher die Sauerstoffpumpe (1) eine Kolbenpumpe ist.
8. Anordnung nach einem der Patentansprüche 4 bis 7, bei welcher der Katheter doppellumig ausgeführt ist.
9. Anordnung nach einem der Patentansprüche 4 bis 8, bei welcher neben den Sensoren (8, 9) weitere Atemfühler (13, 14) vorgesehen sind.

10. Luftröhrenprothese, welche einen tubulären Stützkörper (6) mit einem Anschluss (7) für einen Jet-Katheter (5) aufweist, wobei am Stützkörper (6) zumindest zwei Sensoren (8, 9) angeordnet sind.
11. Luftröhrenprothese nach Patentanspruch 10, bei welcher ein Sensor (8) an der Innenwand (10) des Stützkörpers (6) befestigt ist.
12. Luftröhrenprothese nach Patentanspruch 10 oder 11, bei welcher das Katheterende (15) im Stützkörper (6) parallel zu dessen Längsachse (L) geführt ist.
13. Katheter als röhrenförmiges Instrument, an dessen einem Ende (31) zumindest ein Sensor (32, 33) befestigt ist.
14. Katheter nach Patentanspruch 13, bei welchem das Ende (31) eine Jet-Düse (35) aufweist.
15. Katheter nach Patentanspruch 13 oder 14, bei dem das Ende (31) gekrümmt verläuft.

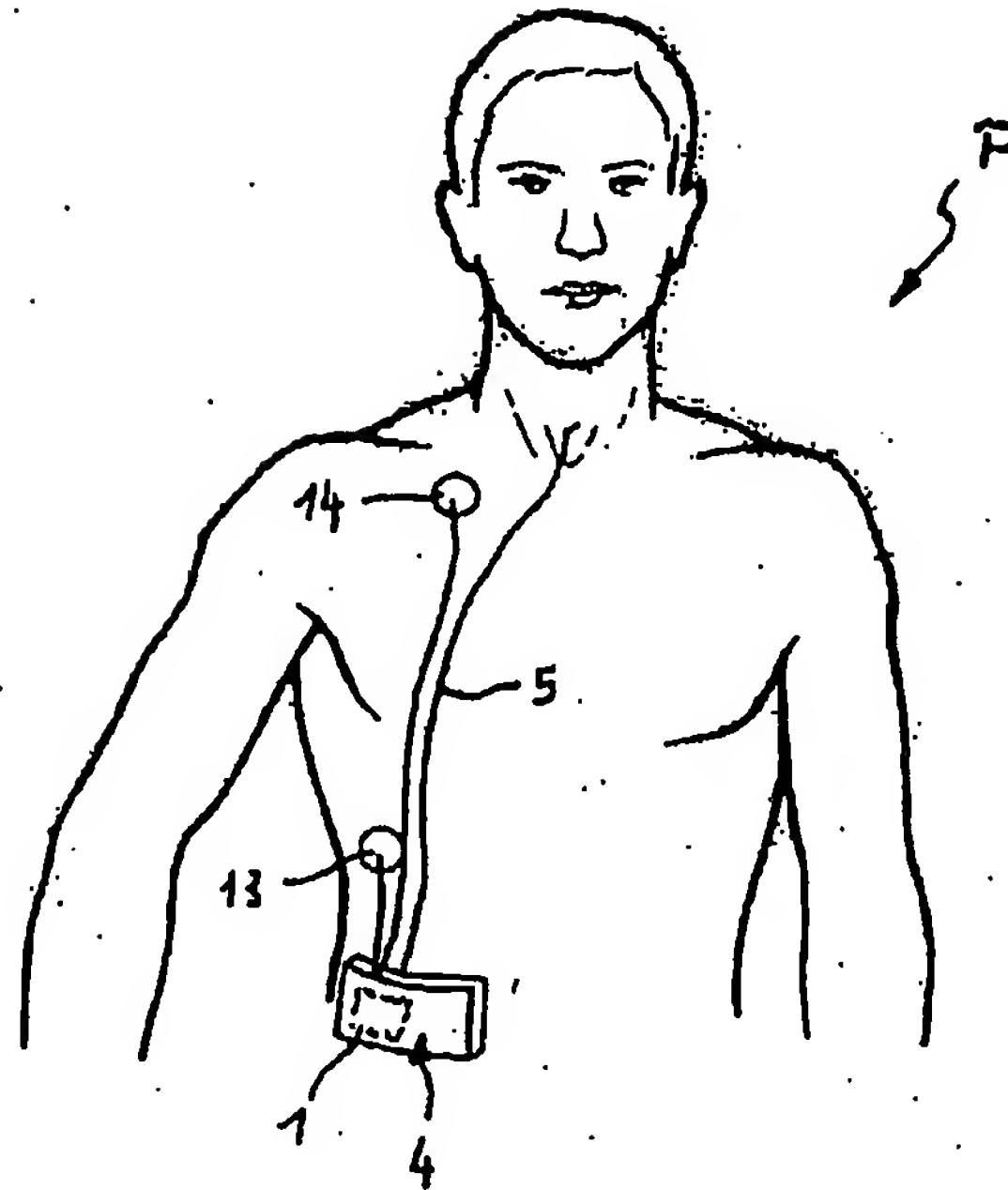


Fig. 1

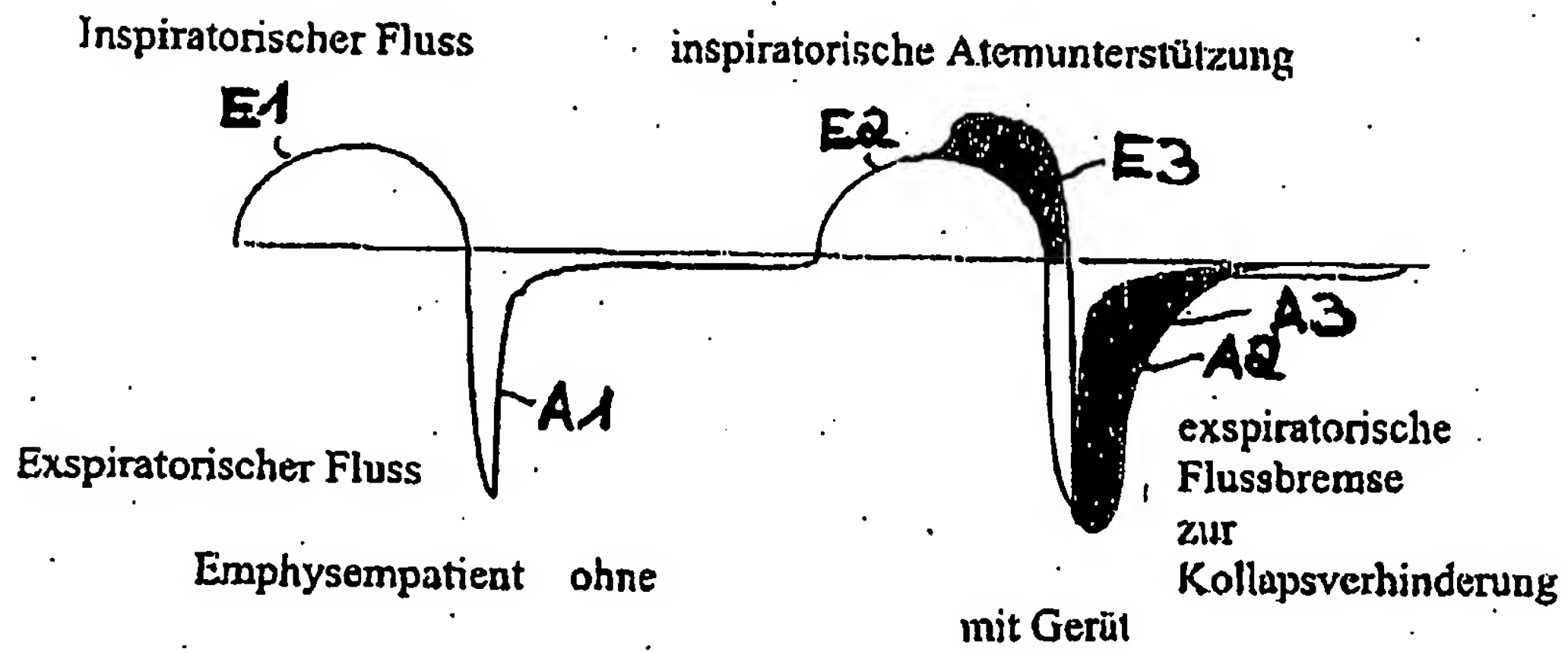


Fig. 2

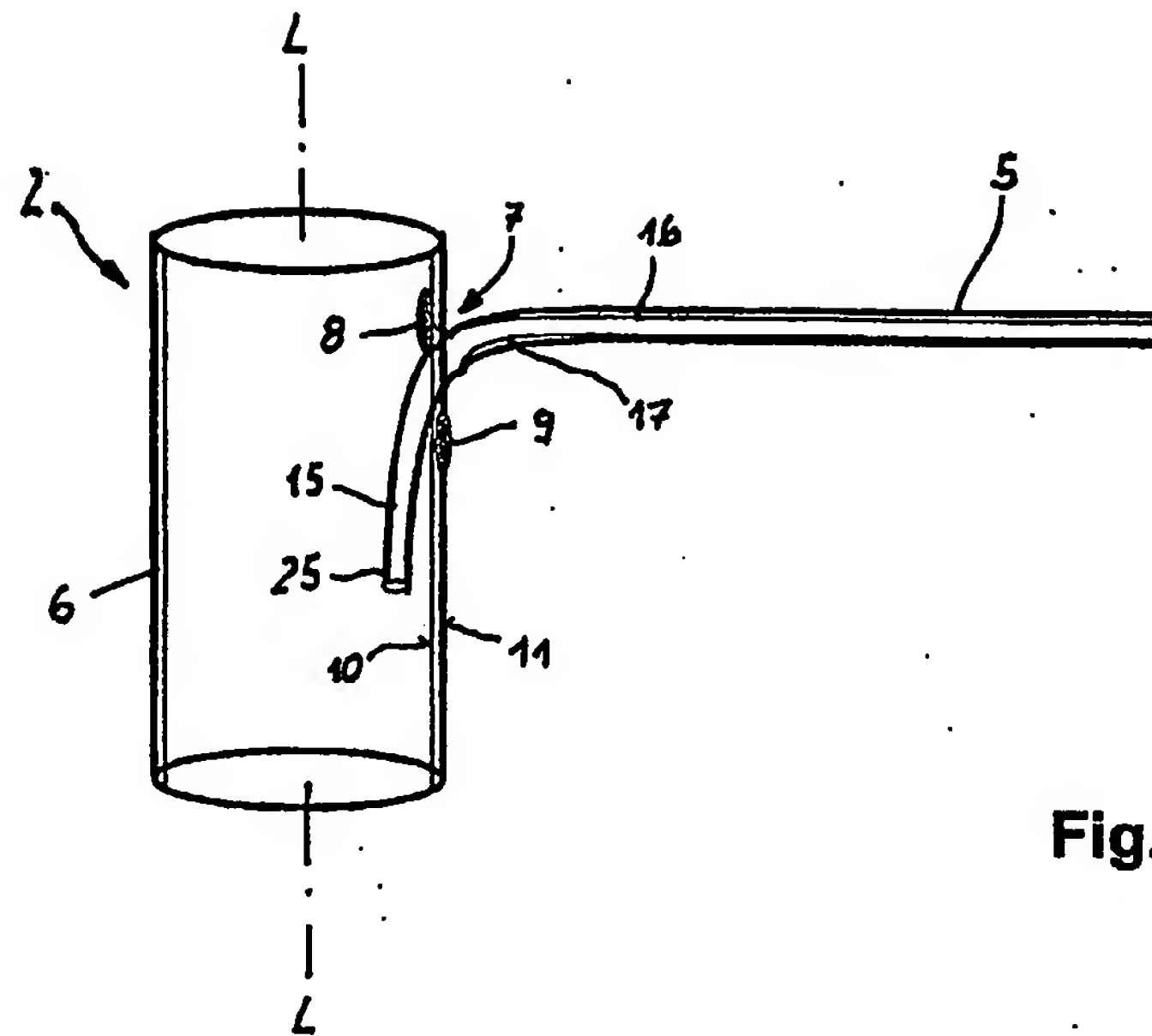


Fig. 3

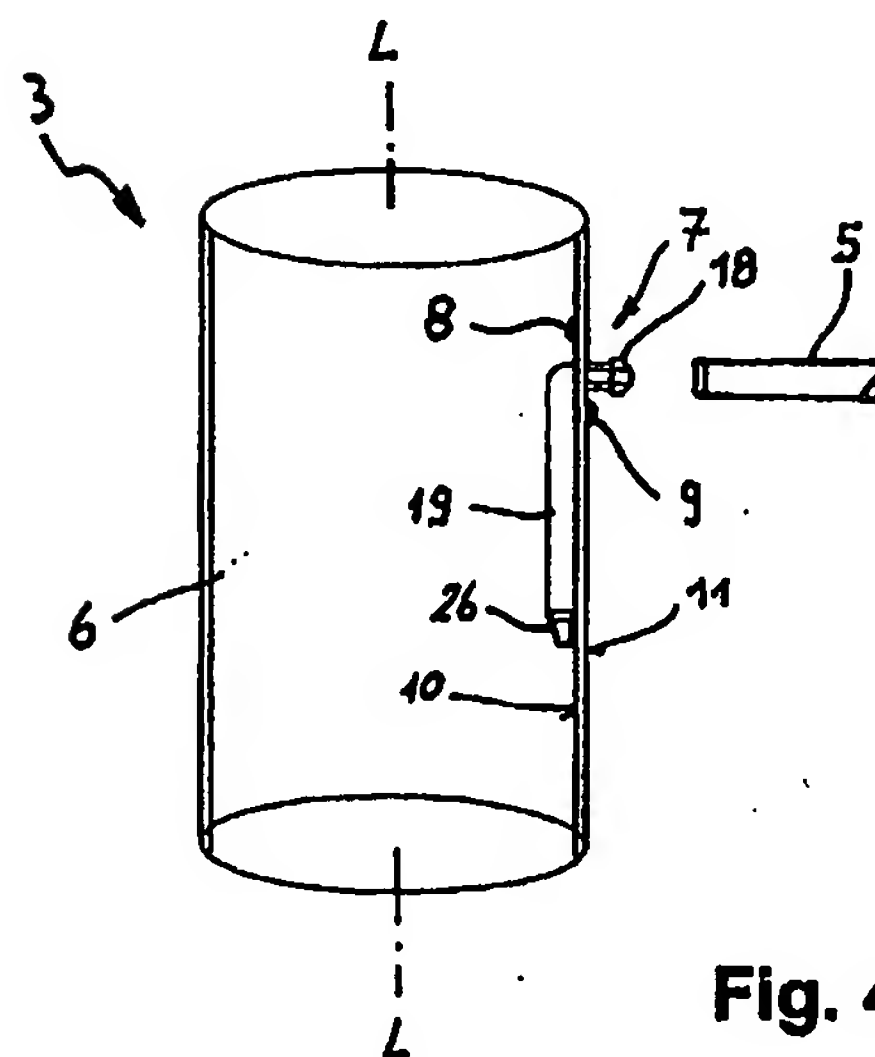


Fig. 4

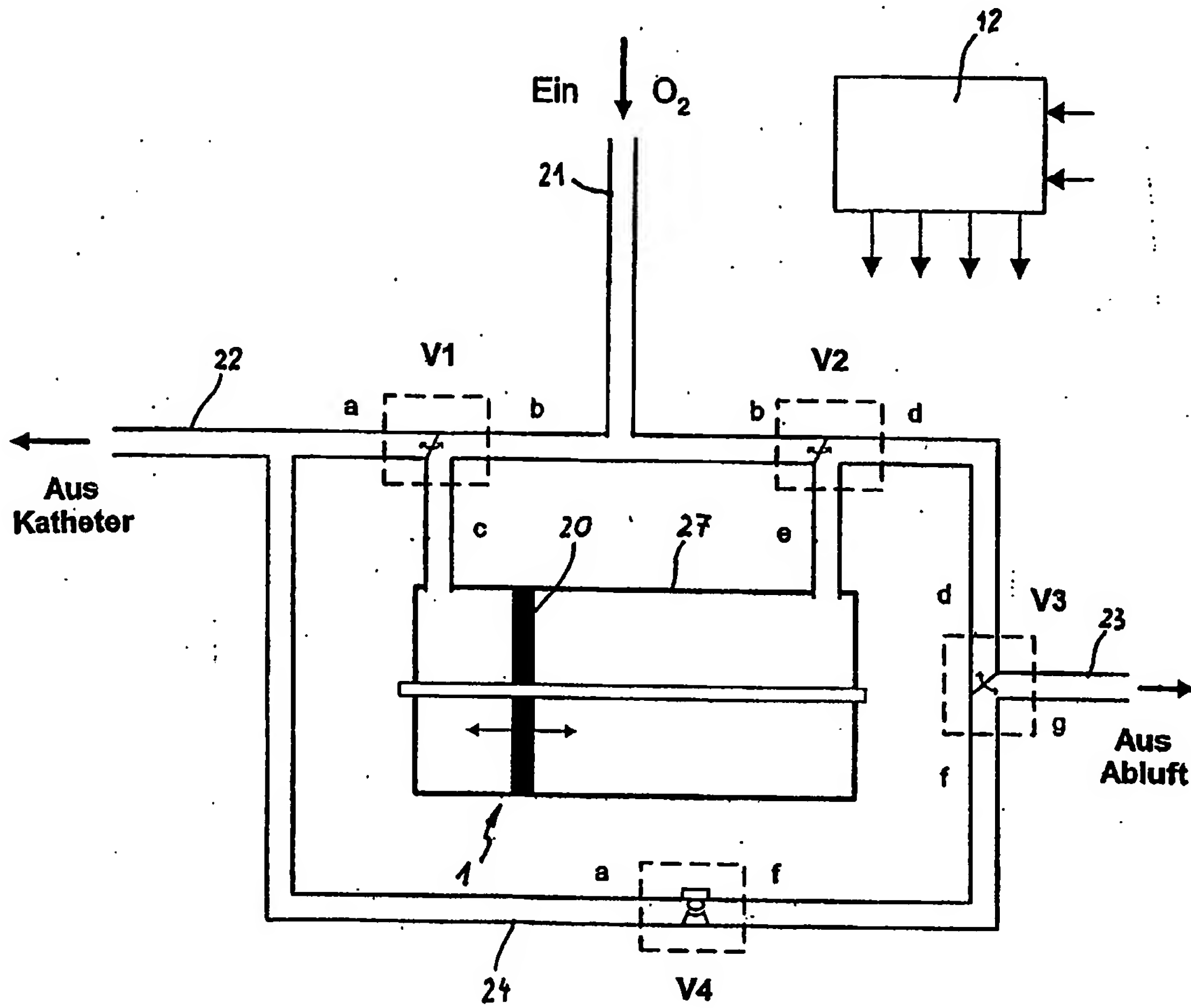


Fig. 5



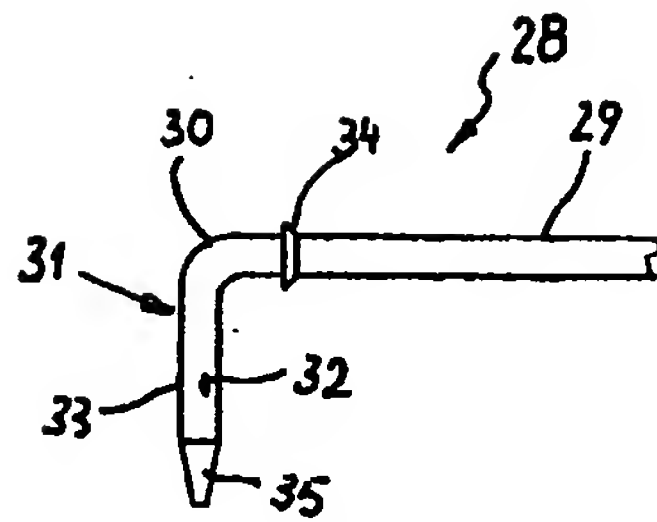


Fig. 6

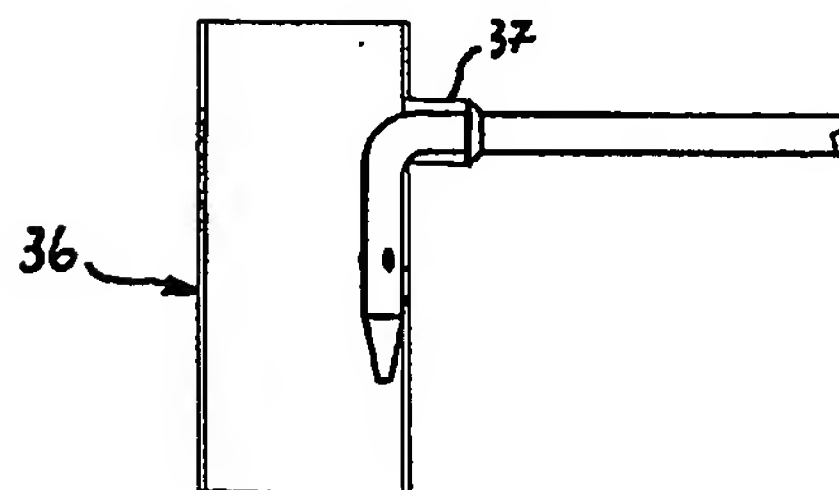


Fig. 7